

Monitoring jelševca (*Astacus astacus*) in inventarizacija invazivne tujerodne vrste signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*) na Goričkem

Zaključno poročilo



Projekt: Raznoživost pod Vidrino streho na Goričkem

Delovni sklop 2: Obnova in vzdrževanje kvalificijskih habitatnih tipov ter monitoring izbranih vrst

Dejavnost 2.3: Spremljanje širjenja tujerodne vrste signalni rak na Goričkem in monitoring jelševca

Ljubljana, oktober 2017



KAZALO VSEBINE

1. UVOD	3
2. OPIS OBMOČJA RAZISKAVE.....	3
3. ZNAČILNOSTI RAKA JELŠEVCA (<i>Astacus astacus</i>).....	5
3.1. MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI VRSTE.....	5
3.2. TAKSONOMIJA.....	5
3.3. BIOLOGIJA VRSTE	6
3.4. EKOLOGIJA VRSTE.....	6
4. DEJAVNIKI OGROŽANJA	7
4.1. BOLEZNI IN PARAZITI.....	7
4.2. TUJERODNE VRSTE RAKOV	11
5. RAZŠIRJENOST JELŠEVCA (<i>Astacus astacus</i>) V SLOVENIJI.....	12
6. ZAKONODAJA IN VARSTVO VRSTE V SLOVENIJI	13
7. METODE	13
8. REZULTATI.....	15
9. ZAKLJUČEK.....	21
10. VIRI.....	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Manjša porečja na območju Goriškega.....	4
Slika 2: Hidrogeografska območja na Goričkem, glede na prispevna območja vodotokov.....	4
Slika 4: Razširjenost taksona po UTM kvadratih.....	12
Slika 5: Lokaliteta taksona (natančnost 3-8).....	12
Slika 6. Pregled vrše. (Foto: M. H. Adamič).....	14
Slika 7. Jelševca (samec) na reki Ledavi. (Foto: S. Zavratnik).....	14
Slika 8. Jelševca ali potočni rak (<i>Astacus astacus</i>). (Foto: S. Zavratnik).....	15
Slika 9. Delež pozitivnih in negativnih vzorčnih mest v letu 2017 (38).	16
Slika 10. Število osebkov in spolna struktura na pozitivnih vzorčnih mestih.	16
Slika 11. Spolna struktura ujetih osebkov.	17
Slika 12. Delež poškodovanih osebkov.....	17
Slika 13. Spol osebkov glede na poškodavnost.....	18
Slika 14. Poškodovanost osebkov glede na spol.	18
Slika 15. Število osebkov v posameznem velikostnem razredu glede na spol.....	19
Slika 16. Svež vidrin iztrebek z ostanki rakov.	19
Slika 17. Potrjene lokacije inventarizacije jelševca v letu 2017.....	20

1. UVOD

V sklopu projekta »Raznoživost pod Vidrino streho na Goričkem« smo preverili pojavljanje raka jelševca v posameznih potokih, kjer smo inventarizacijo prvič opravili v letih 2007 in 2008. Prav tako smo želeli preveriti ali je tujerodna invazivna vrsta signalni rak že dosegla potoke na Goričkem. Raki so tudi pomemben prehranski vir za vidro. Iz njihovih ostankov v vidrinih iztrebkih lahko sklepamo na prisotnost rakov na nekem širšem območju.

2. OPIS OBMOČJA RAZISKAVE

Goričko v večini sestavljajo terciarni sedimenti, ki so ostanek nekdanjega Panonskega morja. Zahodni del Goričkega je sestavljen iz miocenskih laporjev z vložki peščenjakov in konglomeratov, ostali del pa gradijo pliocensko slabo sprijete kamnine (glina, pesek, prod). Najmlajše kvartarne kamnine (prod, pesek in glina) gradijo dna dolin Ledave, Krke in Kobiljskega potoka ter njihovih pritokov.

Geološka zgradba vpliva na reliefno značilnost pokrajine. Zaobljeno gričevje so razrezali in znižali vodotoki. Večina površja sestavljajo nepropustne kamnine, zato je rečna mreža gosta. Večino območja spada v povodje reke Mure, zelo majhen delež na skrajnem vzhodu pripada porečju Rabe. Vodotoki imajo dežno-snežni rečni režim z visokimi vodami spomladi in nizkimi poleti in pozimi. Vsa jezera na Goričkem so posledica regulacijskih in akumulacijskih del (Ledavsko, Hodoško, Bukovniško in Križevsko jezero).

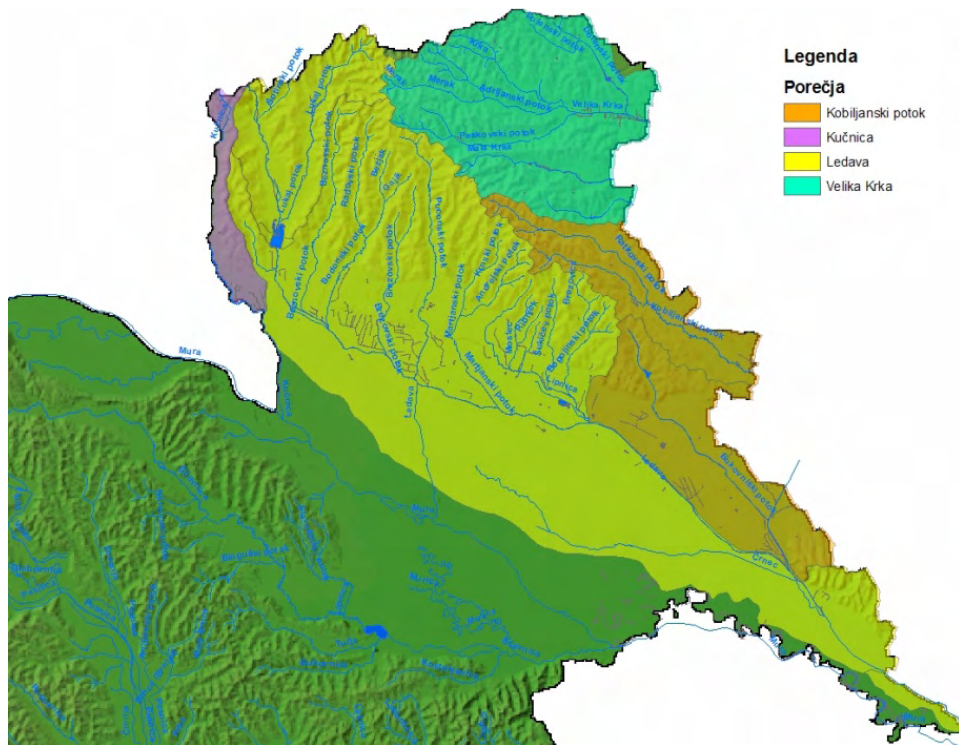
Podnebje na Goričkem je sorazmerno suho, letno pade okoli 850 mm padavin, v sušnih letih tudi manj kot 600 mm, kar je najmanj v Sloveniji. Zaradi dolinasto-gričevnatega reliefa je prisoten pojav temperaturne inverzije. 10–30 m nad dolinskim dnom se prične termalni pas.

Na višjih in strmejših območjih je prst plitvejša, medtem ko je na položnejših območjih globlja. Na površju silikatnih kamnin prevladujejo kisle rjave prsti. Ob vodotokih v dolinah so prsti pogosto ogljene. Zaradi kislih prsti so razmere za poljedelstvo neugodne. Kmetijske posesti so majhne in razdrobljene.

Doline na vzhodnem delu goričkega so orientirane v smeri (S)Z–(J)V, v zahodnem delu (porečje Ledave) v smeri S–J.

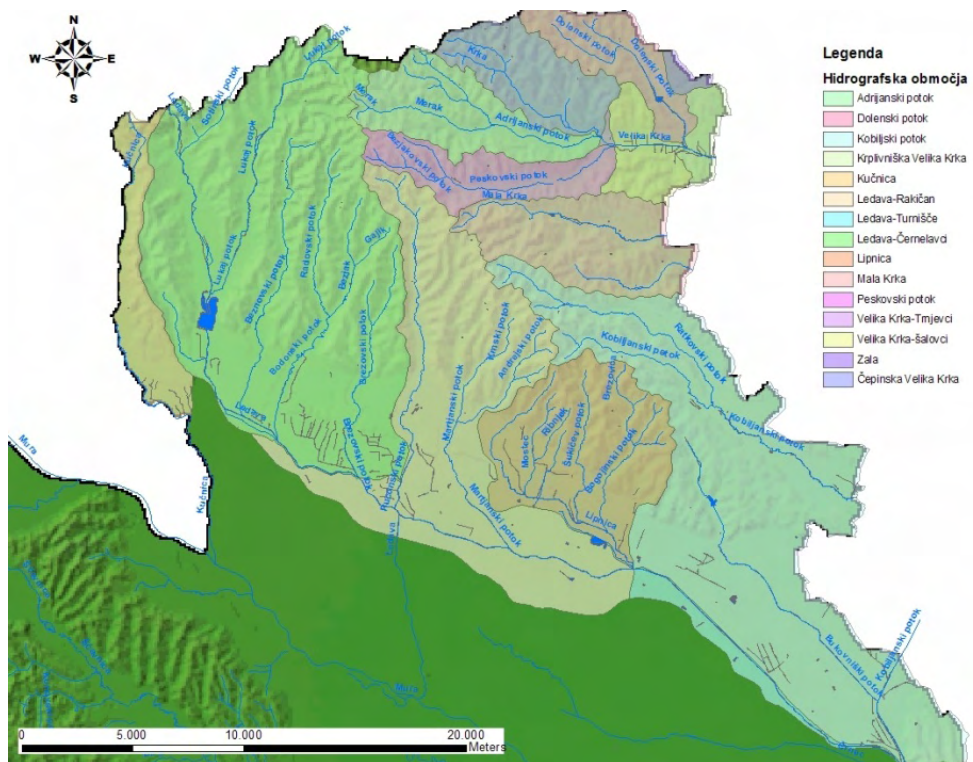
Območje Goričkega lahko razdelimo na več manjših porečij (slika 1):

- Porečje reke Kučnice, mejna reka med Avstrijo in Slovenijo, ki se izliva v reko Muro pri Gornji Radgoni.
- Porečje Ledave, obsega večji del zahodnega Goričkega. V Ledavo se izlivajo tudi vsi potoki, ki tečejo v smeri sever proti jug. Vodotoki Ledava, Lukaj, Bodonski potok, Puconski potok, Mačkovski potok, Martjanski potok, Lipnica.
- Porečje Velike Krke na SV Goričkega. Velika Krka se na skrajnem vzhodnem koncu Slovenije izliva v reko Ledavo, tik pred njenim izlivom v Muro. V to porečje so vključeni Peskovski potok, Adrijanski potok, Dolenski potok, Mala Krka in Curek Slednji se na Madžarskem izliva v Malo Krko, le ta pa potem v Veliko Krko.
- Porečje Kobiljskega potoka s potoki Kobiljski potok, Ratkovski potok in Bukovnica ki se izliva v Kobiljski potok potem, ko le-ta iz Madžarske ponovno priteče v Slovenijo in se izlije v Ledavo.



Slika 1: Manjša porečja na območju Goričkega.

Glede na prispevno območje posameznih vodotokov, delimo Goričko na več hidrogeografskih območij (Slika 2).



Slika 2: Hidrogeografska območja na Goričkem, glede na prispevna območja vodotokov.

3. ZNAČILNOSTI RAKA JELŠEVCA (*Astacus astacus*)

3.1. MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI VRSTE

Telo: granulacija na košu (karapaksu) je lahko razvita do različne stopnje, predvsem na straneh. Ima dva para zaočesnih grebenov oz. postorbitalnih trnov, posteriorni par je lahko neznačilen. Areola (dvignjen grebenast del toraksa) je očiten. Prisotna vrsta trnov na predelu za vratno brazdo. Brez jetrnih trnov pred vratno brazdo.

Rostrum: meje gladke in več ali manj paralelne do vratne brazde. En par subapikalnih lateralnih trnov. Končni del rostruma (acumen) koničast in štrleč, zadnji del acumna (greben) z vrsto trnov, ki dajejo žgast videz iz strani.

Okončine: škarje grobe, predvsem pri samcih, zgornja površina zrnata do različnih stopenj, dve široki nabrekli ni na notranji strani fiksnega dela škarij s plitko vdolbino med njima. Brez izrazitega trna na inferiornem robu zapestja škarij. Antene luskaste, niso nazobčane. Drugi gonopod pri samcih brez kremplja.

Dolžina: po navadi pod 15 cm, a lahko doseže 18 cm.

Barva: rdeče-rjava, sivkasta ali črna. Lesketajoče modre in rdeče različice so poznane. Škarje so po navadi enake barve kot telo, spodaj bolj gladke in rdeče do umazano rjave (nikoli pa bele, sive, roza ali svetlo oranžne).

Morfologija vrste je variabilna, predvsem oblika škarij in koša (Souty-Grosset s sod. 2006).

3.2. TAKSONOMIJA

Rake (Crustacea) uvrščamo med členonožce, med katerimi so višji raki (Malacostraca), znotraj teh pa eden od redov deseteronožci (Decapoda). Mednje spada družina dolgorepih škarjevcev oz. košarjev (Astacidae) (Sket 2003), v katero uvrščamo vse avtohtone evropske vrste, med njimi tudi jelševca. Druge v Evropi neavtohtone vrste potočnih rakov spadajo v družini Cambaridae in Parastacidae. Vrsto *A. astacus* ločimo na tri podvrste: *A. a. astacus* (razširjen od Balkana preko Srednje in Zahodne Evrope do Skandinavije ter preko večine Vzhodne Evrope do Belega morja na severu), *A. a. balcanicus* (endemičen na Zahodnem Balkanu ob Vardarju v Makedoniji, Grčiji in Albaniji) in *A. a. colchicus* (na izoliranem območju na Kavkazu). Poleg tega so bile prepoznane še tri rase znotraj *A. a. astacus*: severna *A. a. a. natio astacus* poseljuje Labo, Odro in druge reke, ki tečejo proti Severnemu in Baltskemu morju, južna rasa *A. a. a. natio canadziae* živi v pritokih Donave na območju Hrvaške in verjetno Srbije ter Romunije ter tretja *A. a. a. natio ptetzmanni*, ki je opisana iz gornjega dela Donave in vključuje Dravo in pritoke (Souty-Grosset s sod. 2006). Populacije v Sloveniji verjetno pripadajo slednji rasi.

3.3. BIOLOGIJA VRSTE

Osebki lahko živijo več kot 20 let. Dolžina spolno zrelih samic (med 16 mesecem in 5 leti) je 62–85 mm in je variabilna med populacijami, dolžina spolno zrelih samcev je 60–70 mm. Ko samci odrastejo, se pariyo skoraj vsako leto, medtem ko so samice po navadi reproduktivno neaktivne vsako drugo leto. Razmnoževalno obdobje se prične s padcem temperature jeseni. Parjenje in drstenje se odvija v oktobru in novembru in ni določeno s temperaturo ali datumom, pride pa pri povišanih temperaturah do zakasnitve parjenja. Obdobje parjenja traja dva do tri tedne. Do oploditve jajčec pride v nekaj urah do nekaj tednov po parjenju, kar je verjetno odvisno od časa parjenja in temperature vode. Samice prenašajo jajčeca pripeta na pleopodih do izvalitve v poletju. Razvoj jajčeca je prav tako odvisen od temperature vode. Proces izvalitve traja od maja do julija in je odvisno od zemljepisne širine in višine ter temperaturnih pogojev posameznega leta. Povprečno število jajčec pri samici variira med populacijami in se giblje med 90 in 260. Število jajčec se povečuje z velikostjo samice. Številna jajčeca so izgubljena v času inkubacije in spomladi je na pleopodih 55–90 % začetnega števila jajčec. Velikost jajčec se ne povečuje z velikostjo samice, ampak variirajo med populacijami in so v premeru velike od 2,8 do 3,1 mm. Ličinke so velike 8,5–9 mm in kot pri drugih vrstah potočnih rakov visijo s pecljem pripete na pleopode. Do prve levitve pride po enem tednu in druga stopnja ličinke je že podobna odraslim osebkom, le da je brez repne pahljače. Do druge levitve pride po 2–3 tednih in tretja stopnja ličinke (velikosti 13–15 mm) že izgleda kot odrasli osebki. Postopoma postanejo neodvisne od matere, ki v tej stopnji spremeni odnos do juvenilnih osebkov (pride do kanibalizma) in lahko pleni lastni zarod. Velikost juvenilnih osebkov je 15–23 mm, eno leto starih 25–48 mm, dve leti starih 50–80 mm in tri leta starih 60–80 mm. V izredno dobrih pogojih lahko dve leti stari osebki dosežejo tudi 95 mm (Souty-Grosset s sod. 2006). Levitve so pogostejše pri mlajših osebkih (do šestkrat v prvem letu) kot pri starejših. Pri odraslih so levitve pogostejše pri samcih. Ko samice nosijo jajčeca, se ne levijo, do levitve pri samicah v tistem letu pride šele pozno poleti/zgodaj jeseni, ko se samci levijo že drugič v istem letu. To je tudi vzrok, zakaj samci rastejo hitreje in so večji od samic (Rajković s sod. 2006).

3.4. EKOLOGIJA VRSTE

Jelševca v glavnem naseljuje vodotoke donavskega porečja z variabilno zgradbo substrata, vodnega toka, vodne vegetacije in organske obremenjenosti. Najdemo ga v vodotokih nižin in gričevja. Naseljuje tudi jezera, ribnike in akumulacije, v katerih je dovolj struktur, ki mu nudijo zavetje, medtem ko se ne hranijo (primerni kamni, drevesna debla, korenine, rastlinje ipd.). V ilovnatih bregovih si koplje račine. Dobro prenese organsko obremenjenost, vendar je v vodnih telesih z visoko vsebnostjo hranil omejujoč dejavnik nizka vsebnost kisika, strupene snovi in blato, ki spremlja evtrofikacijo.

Za uspešno razmnoževanje potrebuje v poletnih mesecih vodo temperature vsaj 15 °C. V tekočih vodah je lahko ta temperatura tudi nižja. Optimalna temperatura vode za življenje vrste je med 16–24 °C, medtem ko lahko temperature višje od 28 °C prenaša le kratki čas. Minimalne vrednosti kisika so med 3 in 4 mg/l, za uspešno razmnoževanje morajo biti te vrednosti višje. Če so vrednosti kisika nižje, lahko živali vodna telesa zapustijo. Zgradba

substrata močno vpliva na prostorsko distribucijo osebkov. Čeprav veljajo za neteritorialne živali, se v okoljih, kjer je prostor omejujoč dejavnik obnašajo agresivno do drugih osebkov (Söderback 1993, povzeto po Souty-Grosset C. in sod, 2006).

4. DEJAVNIKI OGROŽANJA

Pregled najpogostejših dejavnikov ogrožanja evropskih avtohtonih vrst rakov je prikazan v Preglednica 1. Poglavitna grožnja sta račja kuga in invazivne vrste rakov.

Preglednica 1. Pomembnost različnih dejavnikov ogrožanja avtohtonim vrstam rakov v Evropi; v alpski regiji so prisotne vrste *Austropotamobius pallipes*, *Austropotamobius torrentium*, *Astacus astacus*, v ostalih pa *Astacus astacus*. (Povzeto po Schulz in Schulz 2004).

Grožnja	Alpska regija	Centralna regija		Vzhodna regija	Severna regija
		Nemčija	Poljska	Estonija / Latvija	
Račja kuga	2/3	2	1	2	3
Druge bolezni	?	?	1	?	?
Invazivne vrste	2/3	3	3	3	3
Plenilci	1	2	2	2	1
Nabiranje	1	1/2	1	3	1
Slabšanje habitata	2	3	2	2	1
Nižanje nivoja vode	1	1/2	2	2	1
Evtrofikacija	2	1/2	3	2	1/2
Zakisanje	1	1	1	1	1/2
Toksične spojine	2/3	3	2	3	2
Raba tal	2/3	3	2	3	2
Fragmentacija	3	3	1	3	2

Legenda:

- 1 – majhna pomembnost
- 2 – srednjaj pomembnost
- 3 – velika pomembnost

V Sloveniji jelševca ogroža onesnaževanje in fizično spreminjanje habitata. Na njegovo pojavljanje vpliva kombinacija različnih dejavnikov: prisotnost plenilcev (upoštevajoč kanibalizem), medvrstna in znotrajvrstna kompeticija in temperatura (Abrahamsson 1966, Skurdal & Taugbol 2002 – povzeto po Souty-Grosset C. in sod 2006).

Primerni varstveni ukrepi so predvsem zavarovanje voda pred onesnaženjem, ohranitev naravnih strug, mrtvic in regulacija lova (Sket 2001). Budihna (2001) kot glavni vzrok ogroženosti navaja račjo kugo, ki jo povzroča gliva *Aphanomyces astaci*. V Sloveniji se je pojavila leta 1890 (Šulgaj 1937, povzeto po Budihna 2001). Pred izbruhom bolezni je bila populacija jelševca v Sloveniji velika, danes je bistveno manjša. Redki so vodotoki, kjer je potočnega raka veliko.

4.1. BOLEZNI IN PARAZITI

Raki imajo ali pa so zgolj prenašalci številnih bolezni in parazitov. Bolezen račjo kugo povzroča gliva *Aphanomyces astaci*, za katero za enkrat velja, da je najpomembnejši patogen sladkovodnih potočnih rakov. Ameriške vrste, kot so signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*), luizijanski rak (*Procambarus clarkii*) in ameriški potočni rak (*Orconectes limosus*) so le prenašalci glive in ne kažejo simptomov bolezni z izjemo v intenzivnih kulturah (Bower

2006; DAISIE 2008, slovenska imena po Veenvliet P. 2008), medtem ko so avstralske in evropske vrste zanj zelo dovzetne. Ameriške vrste rakov so sedaj razširjene do različnih stopenj v večini Evrope in (predvsem zaradi račje kuge) predstavljajo konstantno grožnjo Evropskim vrstam (Oidtmann s sod. 2002a).

Za Evropo velja prepričanje, da se je račja kuga pričela širiti v Lombardiji (Italija) 1860 po vpeljavi ameriških sladkovodnih vrst rakov v lokalne rečne sisteme. Po tem se je bolezen širila po Evropi v več smeri, predvidoma iz srednje Evrope po Donavi navzdol, v Sloveniji pa se je razširila gorvodno po Savi in Dravi (1880–1897). Najpozneje bi se naj pojavila v izoliranih vodah, nazadnje v Cerkniškem jezeru leta 1909. Po mnenju Veenvlieta (2009) račja kuga zaradi razgibanega reliefa v Sloveniji verjetno ni dosegla številnih izoliranih potokov. Tako bi naj imeli v Sloveniji, v primerjavi z mnogimi evropskimi državami, še zelo zdrave populacije rakov. Podatkov o ponovnem izbruhu račje kuge zaradi pojavljanja signalnih rakov v Muri (in na širšem območju, ki ga je vrsta že kolonizirala) za enkrat še ni.

Patogen se z lahkoto prenaša iz enega vodnega telesa v drugega. Verjetni načini prenos vključuje vodo, ptice, ribe in vsak predmet, ki je bil v kontaktu s kontaminirano vodo. Gliva *A. astaci* je lahko prisotna v treh oblikah: micelij, zoospore in cista. Micelij je moč najti v kutikuli rakov. Zoospore, infekcijska oblika glive, se sprostijo iz micelija, ko ta izraste iz kutikule, kar se po navadi zgodi, ko je osebek resno bolan ali mrtev pri evropskih vrstah oz. med levitvijo ali ob poginu pri severnoameriških vrstah. Zoospore se sprostijo v vodo in šibka kemotaksija jim pomaga najti novega gostitelja. Zoospore se lahko spremenijo v ciste in spet v zoospore, t. i. fenomen "ponavljajoče pojavljanje zoospor" (Oidtmann s sod. 2002b). *A. astaci* vstopi v potočnega raka s penetracijo eksoskeleta na mestih, kjer je kutikula tanka in mehka. Hife rastejo v mehkih, nepoapnenih delih kutikule in vzdolž živčnih vlaken. Pritrditve na območjih, kjer je kutikula trda, običajno niso uspešne do razvoja v glivo. Severnoameriške vrste so skoraj nedovzetne za glivo, saj so sposobne omejiti rast oomicet znotraj kutikule z učinkovito imunsko obrambo, ki pa običajno ne uniči *A. astaci*, ampak jo prisili v neke vrste mirujočo fazo. Ta faza se zaključi, ko se rak levi ali pogine in Oomiceta formira in sprosti zoospore z namenom, da bi našle nove osebkke rakov (Oidtmann s sod. 2004). Evropske vrste poginejo v največ nekaj tednih izpostavljenosti (Govedič 2006). Širitve z več kot 50 km po vodotoku navzdol lahko uničijo vse rake v manj kot 21 dneh od prve najdbe mrtvega raka. Širjenje po toku navzgor je bilo zabeleženo do 1000 m na teden in 17 km v 10 mesecih. Normalna je 100 % smrtnost, čeprav so z laboratorijskimi poizkusi ugotovili, da je predhodna izpostavljenost subletalnemu številu spor povečala odpornost jelševcev na infekcijo (Bower 2006).

Prvi znak umrljivosti zaradi račje kuge so lahko prisotnost rakov v velikem številu tekom dneva (saj so normalno nočne živali), med katerimi nekateri kažejo očitno izgubo koordinacije pri gibanju in se zlahka prevrnejo na hrbet ter so se nesposobni obrniti. Plavajoče zoospore se prednostno zamehurijo v bližini površinskih poškodb. Sekundarne ciste razvijejo hife, ki proizvajajo litične encime (proteaze, hitinaze in esteraze), ki pospešijo oz. olajšajo penetracijo kutikule. Pri evropskih vrstah je melanizacija počasnejša kot pri severnoameriških, reakcije na poškodovanih mestih pa so manj restriktivne za hifno rast (Bower 2006). Dnevna aktivnost obolelih rakov še poveča širjenje račje kuge, saj so raki lahek plen za številne plenilce, ki lahko pojedjo osebkke (in se tako gliva širi z iztrebki) ali pa jih lahko plenilci odvedejo na nove lokacije, kjer gliva še ni prisotna (Oidtmann s sod. 2002b). Ptice in sesalci, ki bi se prehranjevali z okuženimi raki (ali njihovimi kadavri), so malo verjetni kot prenašalci račje kuge, saj so s poskusi ugotovili, da po 12 h na 37 °C

(telesna temperatura toplokrvnih živali) noben stadij glive ne preživi. Nasprotno pa velja za ribe, ki ne glede na vrsto prebavnega trakta, v ostankih prebavljenih (okuženih) rakov glive preživijo, zato je tudi problematično prenašanje rib med vodotoki (Oidtmann s sod. 2002b).

Kontrola širjenja infekcije v povodju, ko so inficirani raki že odkriti, je za enkrat še nemogoča. Gibanje inficirane vode med povodji lahko širi infekcijo, tako kot lahko tudi kontaminirana oprema (škornji, ribiška oprema). Sušenje opreme (več kot 24 h) je učinkovito pri uničevanju kontaminiranih predmetov, ker so oomicete (tudi spore) neodporne na izsuševanje. Prav tako naj ne bi preživela pri $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ več kot 24 h (Bower 2006), vendar so Oidtmann s sod. (2002b) s poskusi dokazali, da lahko preživi v naravno okuženih rakihs vsaj 48 h pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Obstaja pa tudi zaskrbljenost, da so ameriške vrste sedaj dovzetne za račjo kugo, če so izpostavljene evropskim sevom glive. *A. astaci* lahko preživi več let v populaciji rakov z nizko gostoto (t. i. latentni rezervoarji), a se ponovno razmnoži, ko se populacija rakov poveča. Nekateri primeri pa nakazujejo, da se populacije rakov v malih jezerih in ribnikih lahko obnovijo, če so inficirani raki izkoreninjeni (100 % smrtnost zaradi bolezni), območje se pusti »neobdelano« za nekaj mesecev, temu pa sledi naselitev neinficiranih rakov (Bower 2006). Neobjavljena raziskava je tudi pokazala, da večina populacij severnoameriških vrst rakov, ki so bili testirani, nosijo glivo v kutikuli in je zato vsak uvoz nevaren (Oidtmann s sod. 2002b).

Glede na prisotnost signalnega raka v Sloveniji, Veenvliet (2009) predlaga smotrno uvedbo nekaj preventivnih ukrepov, da bi zmanjšali možnost za prenos bolezni na območja, kjer živijo evropski raki:

1. Vso ribiško opremo (škornje, mreže, vedra), ki je bila uporabljena v vodah s signalnim rakom, je treba pred uporabo v drugih vodotokih očistiti blata in popolnoma posušiti. V vodi ali vlažni opremi gliva preživi nekaj dni, ne prenese pa popolne izsušitve. Zato je priporočeno ribiško opremo sušiti vsaj 24 ur.
2. Iz vodá, v katerih so prisotni signalni raki, se naj ne lovijo ribe za prenos v druge vode. Pred nedavnim je bilo dokazano, da se račja kuga lahko prenaša tudi z iztrebki rib. Če riba poje okuženega raka ali njegove ostanke, spore nekaj časa preživijo tudi v črevesju ribe in se izločijo z iztrebki. Glede na to v ribogojnicah ali gojitvenih ribnikih ne sme biti ameriških vrst rakov. Kadar je potrebno ribe prenesti iz vodotoka s signalnim rakom v drugega, pa se priporoča, da so ribe v karanteni vsaj tri dni. V tem času bodo izločile iztrebke, v katerih bi lahko bile spore račje kuge. Dokazano je, da spore ne preživijo v prebavnem sistemu ptic in sesalcev, zato je malo verjetno, da bi te skupine prenašale bolezen. Možen pa je prenos spor račje kuge s pticami na zunanjih delih telesa.
3. Med vodami, v katerih živi signalni rak, in drugimi vodami, se naj ne prenašajo vode (tudi v manjših količinah ne).

Poleg *A. astaci* je samo še nekaj gliv striktnih patogenov pri potočnih rakihs, npr. *Fusarium solani* in *Saprolegnia parasitica*. Številne glive pa so znane le kot komenzali ali paraziti (Oidtmann s sod. 2002a). Edgerton in sod. (2004) so izpostavili izredno slabo poznavanje, raziskanost in metodološke pristope za druge patogene potočnih rakov v Evropi, ki se jim je po odkritju *A. astaci* kot povzročitelju račje kuge v Evropi posvečalo izredno malo ter se preveč natančno posvečalo račji kugi. V zadnjih 20 letih so številni pomori rakov v Evropi ostali nepojasnjeni.

Drugi patogeni organizmi, za katere je dobro znano, da povzročajo bolezni pri neevropskih vrstah rakov in na drugih celinah, so slabo poznani ali sploh nepoznani v Evropi, hkrati pa patogena pomembnost nekaterih dolgo poznanih patogenov potočnih rakov Evrope ostaja nepomembna in nejasna. Izpostavljajo številne viruse (npr. baciliformni virusi – BV; white spot syndrome virus – WSSV), bakterije, rikeciji slične organizme, endoparazitske migetalkarje ter glivam podobne organizme (npr. *Psorospermium haeckeli*). Virusi, ki napadajo rake, so iz vsaj 12 družin, prva virusna infekcija potočnih rakov pa je znana šele od leta 1992. Od takrat so bili pri tej skupini rakov najdeni številni virusi. Ti virusi so razporejeni v 6 skupin: intranuklearni baciliformni virusi (IBV-ji), med njimi *Astacus astacus baciliformni virus* (AaBV), parvo-like virusi, binavirusi, reo-like virusi, toti-like virusi ter picorna-like virusi. Med temi so IBV-ji najpomembnejša skupina virusov potočnih rakov, inficirajo pa črevesja rakov. Bolezen belih pik (white spot disease), ki ga povzroča virus sindroma belih pik (white spot syndrome virus – WSSV), je bolezen širokega spektra gostov (različnih družin rakov in celo žuželk) in lahko povzroči 100 % umrljivost v 3–10 dneh. Enako velja za potočne rake, tako v Evropi avtohtone kot tudi tujerodne vrste. Smrtnost se predvsem poveča poleti ob povišanih temperaturah (Jiravanichpaisal s sod. 2001, Souty-Grosset s sod. 2006).

Saprolegnia parasitica je znan parazit potočnih rakov in rib. S poskusi je bilo dokazano, da je smrten za več vrst rakov. Kolonizira predvsem poškodovane predele kutikule. Čeprav je imunski odziv rakov (melanizacija hif) lahko močan, lahko osebki po okužbi umrejo, znani pa so tudi pomori v naravi zaradi tega parazita. V akvakulturah je po navadi najdena na mrtvih jajcih, od koder okuži tudi zdrava jajca (Souty-Grosset s sod. 2006).

Burn-spot disease (ki jih povzročajo glive kot npr. *Fusarium* sp. in *Ramularia astaci*) je bila pri jelševcih registrirana v Nemčiji in drugod po Evropi (Souty-Grosset s sod. 2006, Bower 2006).

Psorospermium haeckeli je znan 150 let, poznan le pri potočnih rakih, opisanih je 6 morfortipov, uvrščajo pa ga na dno dihotomije živali-glive v razred *Mesomycetozoa*. Kasneje je bila opisana še vrsta *Psorospermium orconnectis*. Patogenost tega organizma je vprašljiva, saj v naravi še niso uspeli pripisati smrtnosti rakov zaradi *P. haeckeli*, čeprav so mu pripisovali smrtnost v akvakulturah. Dokazano je, da lahko aktivira imunski sistem okuženega raka. *P. haeckeli* je običajni patogen jelševca in kot kaže prisoten pri večini populacij v Evropi (Souty-Grosset s sod. 2006).

Porcelansko bolezen (thelohaniaza) povzročajo mikrosporidiji vrste *Thelohania contejeani*. Nedavno so mikrosporidije uvrstili med nižje glive. Je kronična bolezen, vendar raki lahko z njo živijo več mesecev do dveh let. Spore so precej odporne in lahko v vodi preživijo več mesecev. Znano je, da lahko okuži različne vrste potočnih rakov, okužba poteka preko prebavnega trakta, okužijo predvsem mišice pa tudi druge organe. Prisotna je pri večini populacij jelševca. Vsi inficirani osebki poginejo, vendar je razvoj bolezni počasen in stopnja razširjanja nizka, kar kaže, da ima porcelanska bolezen neznamenit vpliv na populacije vrste (Souty-Grosset s sod. 2006).

Na Finskem so ugotovili, da so večino epibiontov na eksoskeletu in v škržni votlini jelševcev predstavljali migetalkarji. V vzhodni Evropi so bili na jelševcih najdeni osebki potujoče trikotničarke (*Dreissena polymorpha*) (Souty-Grosset s sod. 2006). Račje pijavčice (Branchinobdellidae), ki so jih do nedavnega uvrščali med maloščetince, vse pa kaže, da so filogenetsko zelo blizu pijavkam (Sket 2003), so pogosto prisotne na jelševcih. So obligatni

ektosimbionti na potočnih rakih. Živijo na izpostavljenih delih eksoskeleta ter se prehranjujejo z diatomejami, detritom in majhnimi nevretenčarji (so ektokomenzali z oportunistično omnivoro dieto). Osebkki lahko tudi zapustijo gostitelja za več mesecev. Nekatere vrste, za katere je škržna votlina obligatni habitat, pa naj bi bile delni paraziti, kar kaže, da nimajo vse vrste enakega odnosa s svojimi gostitelji. Poleg tega bi naj bile problematične tudi druge vrste, če se preveč namnožijo v škržni votlini (Souty-Grosset s sod. 2006).

4.2. TUJERODNE VRSTE RAKOV

V Sloveniji je znanih več tujerodnih vrst sladkovodnih rakov. V SV Sloveniji (porečje Mure in Drave) je zelo razširjena severnoameriška vrsta signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*). Prvič je bil opažen leta 2003 v slovenskem delu reke Mure. V Slovenijo se je razširil iz Avstrije, kamor so ga naselili okoli leta 1970 (Veenvliet 2009). Leta 2007 je bil najden tudi v reki Dravi (Kus Veenvliet & Veenvliet 2016), nazadnje leta 2017 (Bioportal 2017).

Čeprav obstajajo številne študije in dokazi po Evropi o izpodrivanju avtohtonih vrst potočnih rakov (neposredno in posredno s patogeni) iz strani neavtohtonih vrst rakov, velja signalni rak za najbolj raširjeno invazivno vrsto sladkovodnih rakov v Evropi (Johnsen in sod. 2010), ki lahko dolgoročno vpliva negativno na celoten vodni ekosistem (Vaeßen in Hollert 2015, Mathers in sod. 2016).

Invazivne vrste rakov so običajno kompetitivno superiorne nad avtohtonimi vrstami zaradi večjih klešč ali večje velikosti telesa, bolj agresivne narave in/ali manjše dovzetnosti za predacijo rib (Usio s sod. 2001, Vorburger in Ribi 1999). Zaradi predacije in kanibalizma so tudi zavetišča eden ključnih omejujočih dejavnikov za katere raki tekmujejo in kažejo agresivno tekmovalno obnašanje (Usio s sod. 2001, Vorburger in Ribi 1999). S poskusi so dokazali, da je signalni rak izrazito dominantnejši pri enako velikih osebkkih nasproti jelševcu (*Astacus astacus*), vendar ne pri enako velikih koščakih (*Austopotamobius torrentium*), čeprav ima v naravi prednost pred slednjim tudi signalni rak, saj je hitreje rastoča vrsta in je v povprečju večji od osebkov evropskih vrst. Čeprav gre lahko le za nekaj mm razlike pri velikosti, je to ključno in dovolj za uspešno izpodrivanje (Vorburger in Ribi 1999). V nekaterih vodotokih lahko gostota signalnih rakov preseže 20 osebkov na m² (Stenroth in Nyström 2003). Poleg tega ima signalni rak (in druge severnoameriške vrste) podaljšano skrb za zarod, ki je ena ključnih značilnosti uspešne kolonizacije sladkovodnih habitatov te vrste. Morfološke strukture in etološke značilnosti za visenje na materi so prilagoditve izvaljenih osebkov severnoameriških vrst rakov, česar pri evropskih vrstah ni (Holdich). Čeprav za signalnega raka ni znano, da bi v prvotnem naravnem okolju (ZDA) znatno kopal luknje, v Angliji (in Evropi) to počne v precejšnji gostoti (10–20 račin/m²) in s tem močno uničuje reke in bregove jezer (Usio s sod. 2006, Souty-Grosset s sod. 2006). Poleg tega lahko signalni rak kot skrivališča uporablja blato (se zakoplje) in je manj odvisen od razpoložljivih račin (lukenj in špranj), kot evropske vrste (Vorburger in Ribi 1999). Signalni rak in drugi tujerodni potočni raki nimajo vpliva samo na avtohtone potočne rake in njihovo izpodrivanje, ampak tudi izpodrivajo številne druge vodne organizme (znano je za ribe, dvoživke, nevretenčarje in alge) (Usio s sod. 2001). Na Japonskem signalnega raka povezujejo z izgubo številnih vrst makrofitov v močvirjih (Usio s sod. 2006).

Signalni rak ima lahko močan vpliv na združbe v vodotokih: neposredno z zmanjšanjem števila vrst nevretenčarjev in izpodrivanjem ranljivih plenilskih skupin (pijavk, kačjih pastirjev) kot tudi njihovega plena, saj se lahko hkrati hrani na več trofičnih nivojih, ter posredno s povečanjem produkcije bentičnih alg zaradi fizične aktivnosti v večjih vodotokih (dvigovanje sedimenta). V stoječih vodnih sistemih pa imajo vpliv predvsem na počasnejše primarne potrošnike (polže) (Stenroth in Nyström 2003). Signalni rak je sicer bolj požrešen, bolj tolerant na spreminjajoče okoljske parametre in manj občutljiv na predacijo kot avtohtone evropske vrste (Stenroth in Nyström 2003). Ugotovili so tudi, da se signalni raki pogosto pariyo s samicami potočnega raka, vendar takšna jajca propadejo (Veenvliet 2009), samice rakov pa imajo le en zarod na leto.

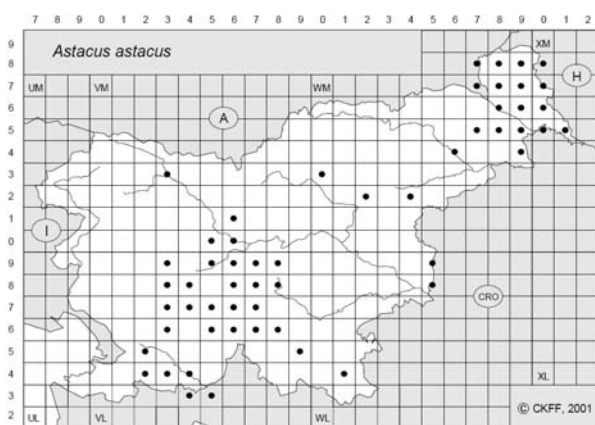
Število signalnih rakov se je v Angliji naglo povečalo in vrsta je izpodrinila avtohtono vrsto koščenca (*Austopotamobius pallipes*) (Peay & Rogers 1999), dokazano pa izpodrine tudi jelševca (*Astacus astacus*) (Vorburger in Ribí 1999). Podobno se dogaja drugje po Evropi (Estonija, Kaldre in sod. 2017).

Predvsem v stoječih vodah bogatih s hranili lahko pride do razrasti cianobakterij, ki tvorijo širok spekter toksinov (tudi mikrocistinov), cianobakterije pa so v takih sistemih hrana rakom. Čeprav poskusi niso dokazali, da bi imeli mikrocistini nekaterih cianobakterij negativne vplive na signalne rake se ti toksini akumulirajo v živali in tako prenašajo po prehranjevalni verigi, tudi do človeka (Lirås s sod. 1998).

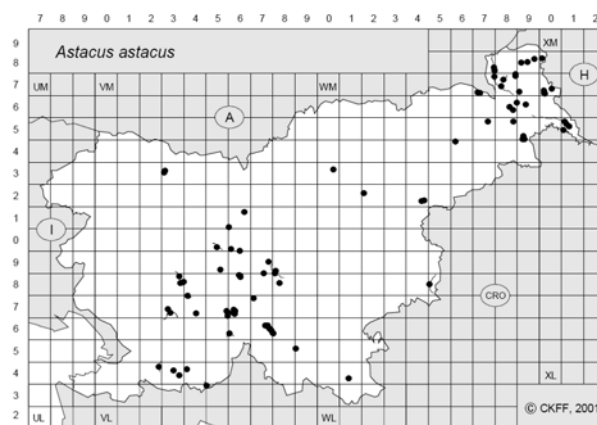
Veenvliet (2009) je mnenja, da ko tujerodni raki naselijo odprte vode, jih ni več mogoče odstraniti, in da je malo verjetno, da bo moč preprečiti širjenje signalnega raka po reki Muri in pritokih. Lahko pa se s previdnim ravnanjem zmanjša možnost za širjenje bolezni v druga porečja in tako zagotovi obstanek avtohtonih rakov v Sloveniji.

5. RAZŠIRJENOST JELŠEVCA (*Astacus astacus*) V SLOVENIJI

Jelševca je po Sloveniji dokaj razširjen, vendar so mnoge populacije umetnega izvora (Sket B. 2001). Po oceni Budihne (2001) je rak jelševca razširjen na od 21 do 50 % površini Slovenije, novejših podatkov o stanju populacije v Sloveniji nimamo.



Slika 3: Razširjenost taksona po UTM kvadratih. (Povzeto po Budihna 2001.)



Slika 4: Lokaliteta taksona (natančnost 3-8). (Povzeto po Budihna 2001.)

6. ZAKONODAJA IN VARSTVO VRSTE V SLOVENIJI

S Pravilnikom o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. l. RS, št. 82/02 in 42/10) je jelševec uvrščen na seznam z oznako V (ranljiva vrsta).

Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Ur. l. RS, št. [46/04](#), [109/04](#), [84/05](#), [115/07](#), [32/08](#) – odl. US, [96/08](#), [36/09](#), [102/11](#), [15/14](#) in [64/16](#)) uvršča raka jelševca na Seznam živalskih vrst, katerih živali so zavarovane in na Seznam živalskih vrst, katerih habitat se varuje.

S Habitatno direktivo (Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora) je jelševec uvrščen na priložo V – Živalske in rastlinske vrste v interesu skupnosti, pri katerih za odvzem iz narave in izkoriščanje lahko veljajo ukrepi upravljanja.

Bernska konvencija o varstvu prostoživečega evropskega rastlinstva in živalstva ter naravnih habitatov (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern, 19. 9. 1979) uvršča jelševca na seznam III – Zavarovane živalske vrste.

Na rdeči seznam IUCN je vrsta uvrščena kot ranljiva vrsta (V – vulnerable) (Sket 1996).

7. METODE

Vzorčenja smo opravili v mesecu avgustu, septembru in oktobru 2017. Skupno smo vzorčili na 38 lokacijah na 16 različnih vodotokih, od tega na 35 lokacijah (15 različnih vodotokov), na katerih smo že vzorčili v letih 2007/2008. Na novo smo pregledali reko Kučnico. Kot vabo smo uporabljali svinjska jetra. Vrše smo nastavljali popoldan ali zvečer, naslednje jutro smo jih pregledali. Ulovljene osebke smo izmerili (dolžina od začetka rostruma do konca thorax-a ter celotna dolžina telesa), določili spol in jih pregledali ter popisali morebitne poškodbe. Mesta za nastavitev vrš smo izbirali glede na tip substrata, globino vode in prisotnost račin. Prisotnost rakov na območju lahko ugotovimo tudi iz prisotnosti njihovih ostankov v vidrinih iztrebkih. V sklopu monitoringa vidre na Goričkem smo posebej popisali tudi lokacije in število vidrinih iztrebkov z ostanki rakov.

Med terenskimi popisi smo še posebno pozornost polagali na preprečevanje prenosa bolezni in organizmov med vodotoki. Vrše, škornje in ostalo opremo smo po vsakem pobiranju skrbno oprali in presušili na soncu.

Popis smo opravili v skladu z dovoljenjem, izdanim na podlagi Uredbe o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (št. dovoljenja 35601-33/2017-4).



Slika 5. Pregled vrše. (Foto: M. H. Adamič)



Slika 6. Jelševca (samec) na reki Ledavi. (Foto: S. Zavratnik)



Slika 7. Jelševca ali potočni rak (*Astacus astacus*). (Foto: S. Zavratnik)

8. REZULTATI

Od skupno 38 vzorčnih mest smo ugotovili prisotnost rakov na 11 lokacijah (Slika 8). Inventarizacijo smo ponovili na 8 točkah dol- ali gorvodno, kjer smo rake v letih 2007/2008 našli, v letu 2017 pa ne. Po drugi inventarizaciji smo dodatno potrdili 4 mesta, skupno je bilo tako v letu 2017 pozitivnih 10 od 14 potrjenih lokacij na katerih smo že vzorčili v letih 2007/2008. Letos rakov nismo našli na lokacijah Ledava1 (Ledava), Krplivnik (Velika Krka), Središče (Curek), Mačkovci (Mačkovski potok), od tega smo potrdili prisotnost jelševca na drugih vzročnih mestih na vodotokih Ledava, Velika Krka in Mačkovski potok dol- ali gorvodno. Signalnega raka nismo našli na nobenem vzorčnem mestu, tudi v Kučnici ne, kjer je vrsta potrjena in nazadnje najdena junija 2017 (Bioportal 2017).



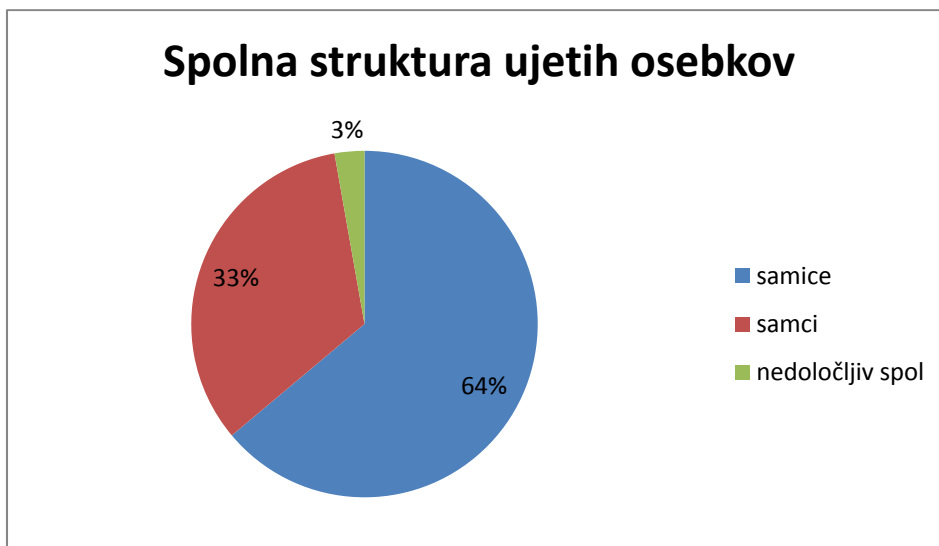
Slika 8. Delež pozitivnih in negativnih vzorčnih mest v letu 2017 (38).

Popisali smo 35 živih osebkov in enega poginulega. Razporeditev osebkov po vzorčnih mestih glede na spolno strukturo je prikazana na Slika 9.



Slika 9. Število osebkov in spolna struktura na pozitivnih vzorčnih mestih.

Glede na spolno strukturo smo popisali 12 samcev, 23 samic, pri enem osebku spola nismo mogli določiti, našli smo ga poginulega (izven rše) (Slika 10).

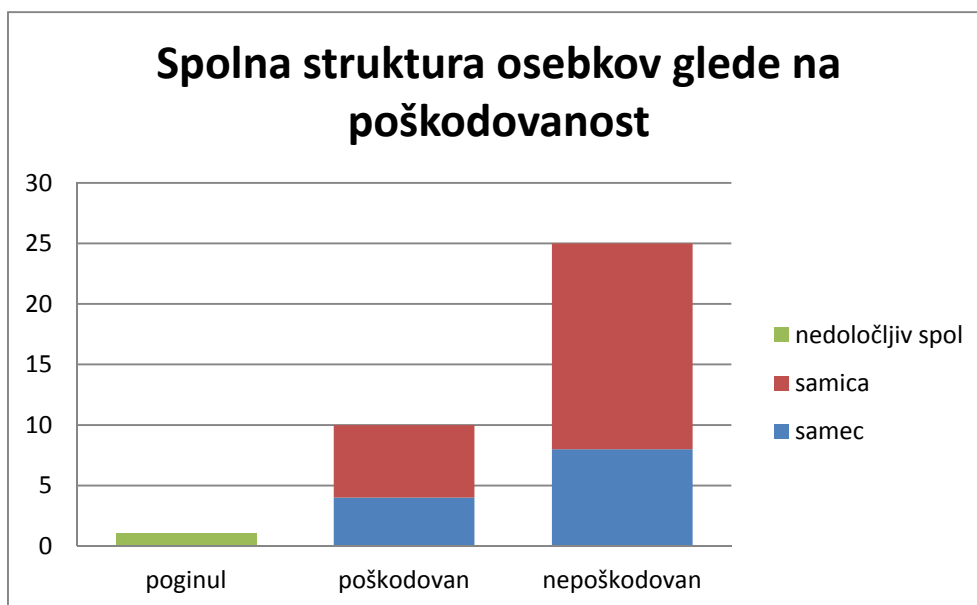


Slika 10. Spolna struktura ujetih osebkov.

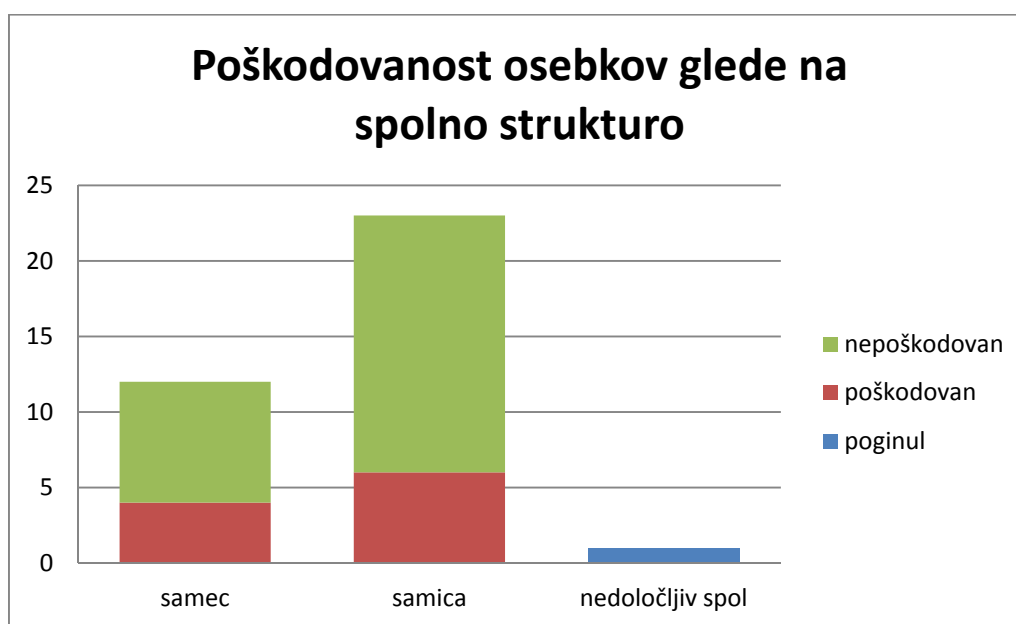
Pri pregledu posameznega osebkov smo popisali tudi morebitno poškodovanost. Od skupno 35 živih ujetih osebkov je bilo 10 osebkov poškodovanih in 25 nepoškodovanih (Slika 11). Od 23 samic jih je bilo poškodovanih šest, od 12 samcev so bili poškodovani štirje (Slika 13).



Slika 11. Delež poškodovanih osebkov.

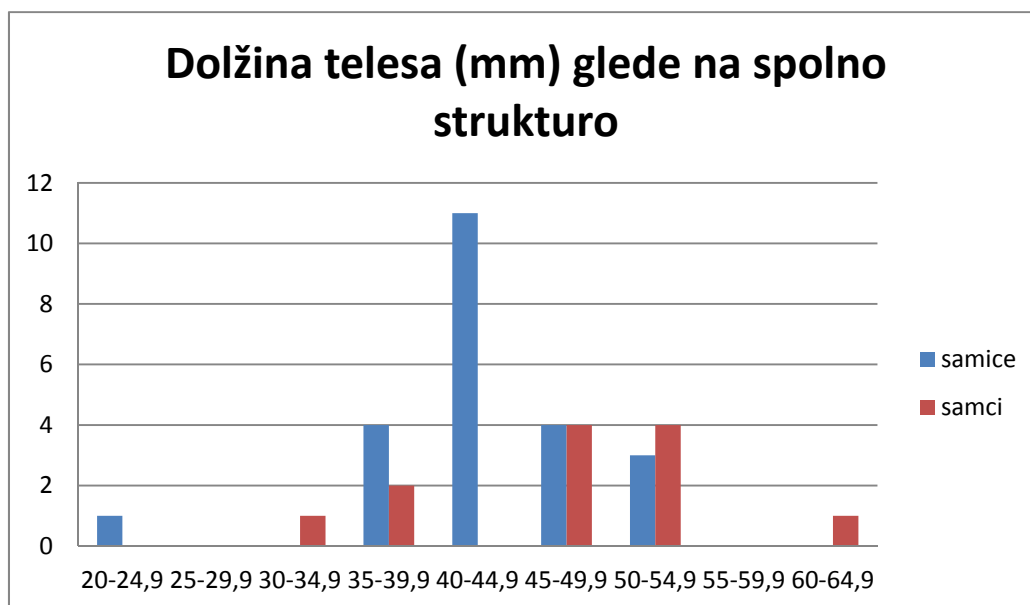


Slika 12. Spol osebkov glede na poškodavnost.



Slika 13. Poškodovanost osebkov glede na spol.

Povprečna velikost (dolžina telesa od rostruma do konca thorax-a) samcev je bila 47,1 mm, povprečna velikost samic 42,9 mm, skupna povprečna velikost 44,3 mm. Najmanjši osebek je meril v dolžino 24,7 mm (samica), največji 60,2 mm. Osebk, najdeni v letih 2007/2008 so bili v povprečju večji za 9,1 mm (samci 7,6 mm, samice 4,4 mm).

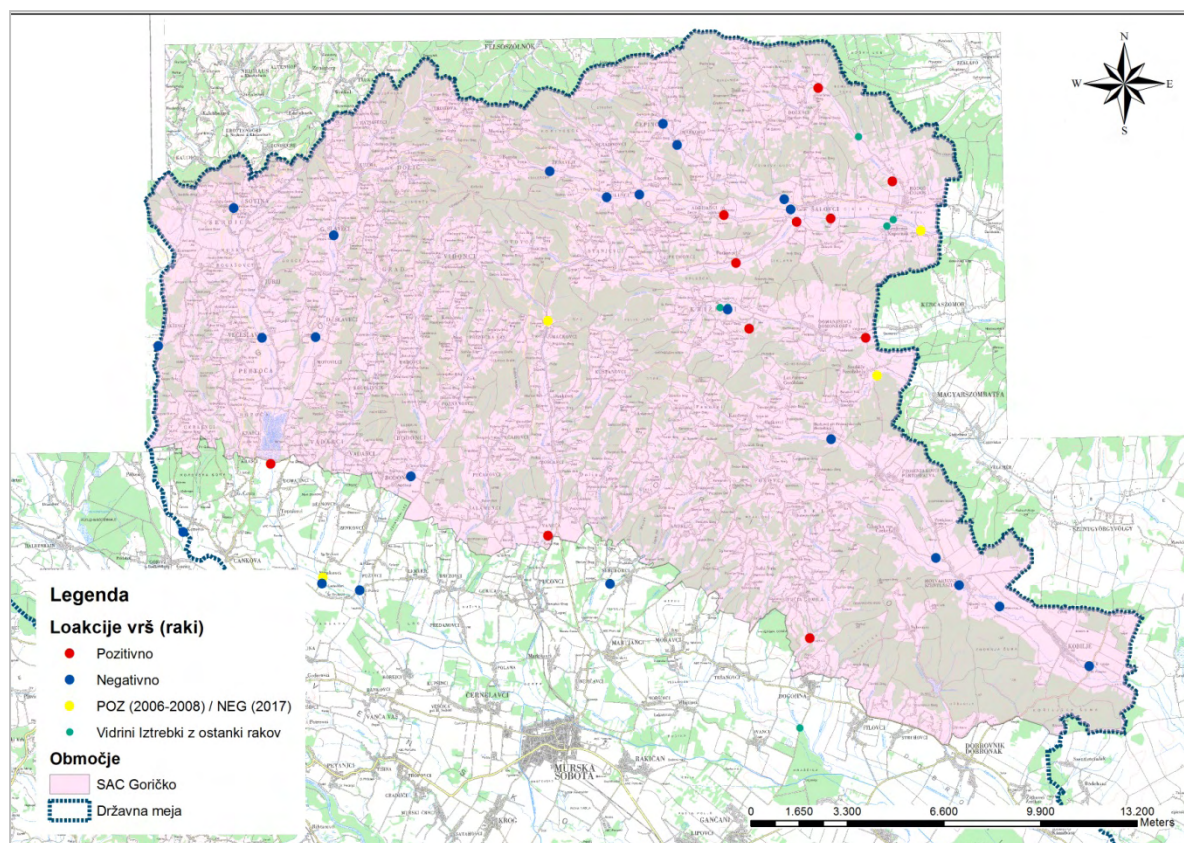


Slika 14. Število osebkov v posameznem velikostnem razredu glede na spol.

Vidra (*Lutra lutra*) je oportunistka, njej glavni plen predstavljajo ribe, ki najpogosteje zavzemajo več kot 80 % prehrane (Erlinge 1968, Heggberget 1995, Lanszky in sod. 2010). Druge vrste plena so raki, dvoživke, občasno ptiči, mali sesalci, plazilci, vodne žuželke v tem vrstem redu (Jenkins in sod. 1979). Sestava vidrine diete je odvisna od sezone, raki prednjačijo v toplejših, poletnih mesecih, ko so njihove populacije največje (Britton in sod. 2017). To smo potrdili tudi na območju Goričkega v letih 2006–2008 (Smole in sod. 2009). V sklopu tega projekta je od februarja do maja 2017 potekal tudi monitoring vidre na območju Goričkega. V iztrebkih smo našli ostanke rakov na 8 od 102 lokacij (7,8 %), kljub temu, da prave sezone za rake še ni bilo..



Slika 15. Svež vidrin iztrebek z ostanke rakov. Zaradi vpliva prebavnih sokov so ostanke raka obarvani rdeče. (Foto: S. Zavratnik)



Slika 16. Potrjene lokacije inventarizacije jelševca v letu 2017.

9. ZAKLJUČEK

Jelševca ali potočni rak (*Astacus astacus*) je največji predstavnik avtohtonih potočnih rakov v Sloveniji. Običajno živi v nekoliko globljih vodah, najdemo pa ga tudi v potokih, rekah, gramoznicah, jezerih ter ribnikih. Razširjen je po vsej Evropi, pri nas pretežno v J in V Sloveniji. Je edina vrsta potočnega raka, ki jo kljub grožnji invazivnega signalnega raka še najdemo v Prekmurju. Pogost je predvsem v večjih potokih na Goričkem, najdemo pa ga tudi v nekaterih gramoznicah ob Muri. Potoki na Goričkem so tipični habitat jelševca, saj mu ustreza senca obrežne drevesne vegetacije, prodnato ali peščeno dno ter ilovnat breg, v katerega izkoplje račine.

Prvi popis jelševca na Goričkem je potekal v letih 2007/2008 na večini goriških vodotokov (15 potokov). Na osmih lokacijah, kjer smo v letih 2007/2008 potrdili prisotnost jelševca, v letu 2017 sprva nismo bili uspešni, vrše so ostale prazne. Upoštevali smo vpliv nestalnih vremenskih razmer (najprej suša, nato poplave), zato smo popis na teh lokacijah ponovili dol ali gorvodno na vodotoku in prisotnost jelševca v drugo tudi potrdili (na štirih lokacijah). Na koncu smo potrdili skupno 10 od 35 točk, to je 4 manj kot v letih 2007/2008. Dodatno smo popisali še tri lokacije, ki v raziskave v letih 2007/2008 niso bile vključene, od tega je bila pozitivna lokacija na Mali Krki, v neposredni bližini centra Aqualutra. Ulovljeni osebki so bili za Goričko značilno temnejše barve, v povprečju pa manjši od referenčne velikosti iz prvega monitoringa. Večina osebkov je bila nepoškodovanih, kar lahko nakazuje na manjše gostote populacij v vodotokih, vendar se razmerje med številom poškodovanih in nepoškodovanih ujetih osebkov ne razlikuje bistveno od podatkov iz prejšnjih let (l. 2007/2008: 35 %, l. 2017: 40 %).

Zaradi pričakovane širitve signalnega raka iz reke Mure, nas je dodatno zanimalo še stanje na reki Kučnici. Preverili smo dve lokaciji, na nobeni nismo našli jelševca ali signalnega raka. Prisotnost slednjega prav tako nismo potrdili na nobeni od ostalih 35 vzorčnih točk. Potrjeno je, da je fizična odstranitev signalnega raka na reki Temzi v Veliki Britaniji vplivala na zmanjšanje lokalnih populacij in povečanje števila makroinvertebratov in pestrost taksona Moorhouse in sod. (2014). .p7o o 887

Glede na to, da so se v naših vršah (in po pregledu okoliškega dela potoka) znašli izključno raki jelševci, sklepamo, da ostaja trend populacije na Goričkem stalen in da tujerodne vrste rakov, nevarne predvsem zaradi prenašanja bolezni, do goriških vodotokov (z izjemo Kučnice) še niso prišle.

10. VIRI

- Ahern, D., England, J., Ellis, A. 2008. The virile crayfish, *Orconectes virilis* (Hagen, 1870) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae), identified in the UK. *Aquatic Invasions*, 3(1): 102–104.
- Ballesteros, I., Martín, M. P. & Diéguez-Uribeondo, J. 2006. First isolation of *Aphanomyces frigidophilus* (Saprolegniales) in Europe. *Mycotaxon*, Vol. 95 (Jan–Mar): 335–340.
- Bower, S. M. 2006. Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish. Dostopno na http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/shelldis/pages/cpfdcy_e.htm (10. 9. 2017).
- Britton, J. R., Berry, M., Sewell, S., Lees, C., Reading, P. 2017. Importance of small fishes and invasive crayfish in otter *Lutra lutra* diet in an English chalk stream. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 418(13).
- Budihna, N. 2001. Raki (Decapoda). V: Raziskava razširjenosti Evropsko pomembnih vrst v Sloveniji. Prirodoslovni muzej Slovenije. Ljubljana.
- Budihna, N., 1984. Razširjenost potočnega raka *Astacus astacus* L. 1758 v porečju Mure. *Ichthyos*, Ljubljana 2: 18–22.
- DAISIE 2008. *Aphanomyces astaci*. Dostopno na <http://www.europe-aliens.org/default.do> (20. 9. 2017).
- Edgerton, B. F., Henttonen, P., Jussila, J., Mannonen, A., Paasonen, P., Taugbíl, T., Edsman, L., Souty-Grosset, C. 2004. Understanding the cause of disease in European freshwater crayfish. *Conservation Biology*, 18: 1466–1474.
- Govedič, M. 2006. Potočni raki Slovenije: razširjenost, ekologija, varstvo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.
- Gregorc, T., Nekrep, I., Mohar, P., Smole, J., 2009. Summary report on additional inventory of *Astacus astacus* (Razširjenost raka jelševca (*Astacus astacus*) na Goričkem). Zaključno poročilo. V: TECHNICAL FINAL REPORT LIFE04NAT/SI/000234 Conservation of otter population (*Lutra lutra*) in Goričko – Phase 1, Annex 2. Ljubljana; Lutra, Inštitut za ohranjanje naravne dediščine, Ljubljana, 36 str. 15).
- Holdich, D. M. 2005. Invasive decapods: Love them or hate them? Dostopno na http://www.reabic.net/publ/Holdich_2005.pdf (20. 9. 2017).
- Hudina, S., Hock, K., Radović, A., Klobučar, G., Petković, J., Jelić, M., 2016. Species-specific differences in dynamics of agonistic interactions may contribute to the competitive advantage of the invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) over the native narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, Vol. 49(3): 147–157.
- Jiravanichpaisal, P., Bangyeekhun, E., Söderhall, K., Söderhall, I. 2001. Experimental infection of white spot syndrome virus in freshwater crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Diseases of aquatic organisms*, 47: 151–157.
- Johnsen, S. I. in Taugbøl, T. 2010. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Pacifastacus leniusculus*. Dostopno na www.nobanis.org (3. 10. 2017).

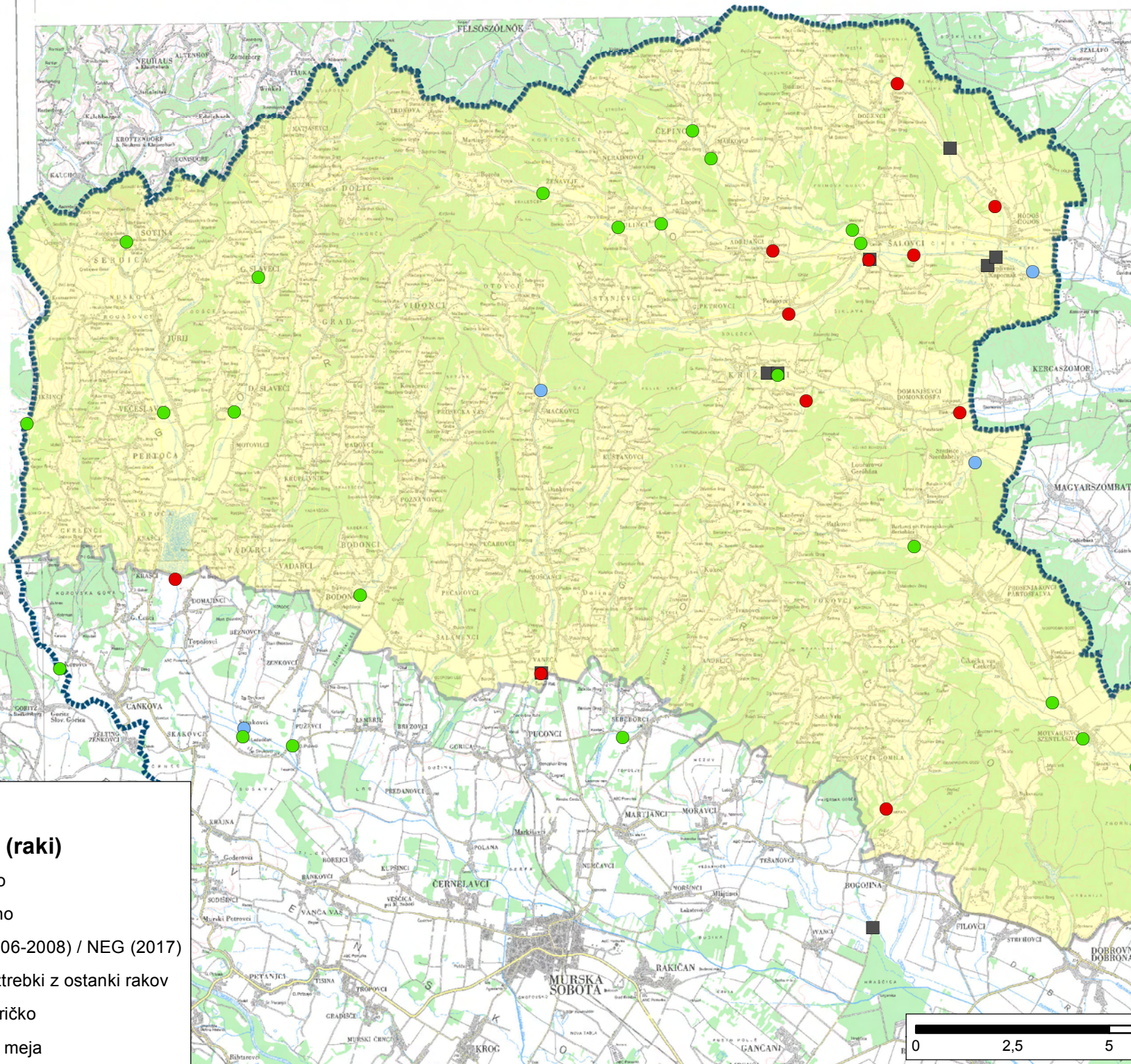
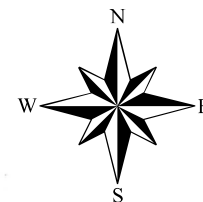
- Kaldre, K., Paaver, T., Hurt, M., Grandjean, F., 2017. First records of the non-indigenous signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) and its threat to noble crayfish (*Astacus astacus*) populations in Estonia. *Biological Invasions*, Vol. 19(10): 2771–2776.
- Kaligarič, M., Sedonja, J., Šajna, N. 2007: Traditional agricultural landscape in Goričko Landscape Park (Slovenia): Distribution and variety of riparian stream corridors and patches. *Landscape and Urban Planning*, 85(1): 71–78.
- Kozák, P., Ďuriš, Z., Petrusek, A., Buřič, M., Horká, I., Kouba, A., Kozubíková-Balcarová, E., Polícar, T. 2015. *Crayfish Biology and Culture*. University of South Bohemia in České Budějovice.
- Kus Veenvliet, J. & P. Veenvliet, 2016. Signalni rak *Pacifastacus leniusculus*, Informativni list 14, posodobljena različica 2. Projekt Thuja.
- Lirås, V., Lindberg, M., Nyström, P., Annadotter, H., Lawton, L. A., Graf, B. 1998. Can ingested cyanobacteria be harmful to the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*)? *Freshwater Biology*, 39 (2): 233–242.
- Mathers, K. L., Chadd, R. P., Dunbar, M. J., Extence, C. A., Reeds, J., Rice, S. P., Wood, P. J., 2016. The long-term effects of invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on instream macroinvertebrate communities. *Sci Total Environ.*, 15(556): 207–218.
- Moorhouse, T. P., Poole, A. E., Evans, L. C., Bradley, D. C., Macdonald, D., W. 2014. Intensive removal of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) from rivers increases numbers and taxon richness of macroinvertebrate species. *Ecology and Evolution*, 4(4): 494–504.
- Mrzelj, L. 2017. Najdba: signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*), potok Kučnica, junij 2017. Dostopno na <http://www.bioportal.si/fotoarhiv.php?iskanec=signalni%20rak> (20. 10. 2017).
- Oidtmann, B., Bausewein, S., Hölzle, L., Hoffmann, R., Wittenbrink, M. 2002a. Identification of the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* by polymerase chain reaction and restriction enzyme analysis. *Veterinary Microbiology*, 85: 183–194.
- Oidtmann, B., Heitz, E., Rogers, D., Hoffmann, R. W. 2002b. Transmission of crayfish plague. *Diseases of Aquatic Organisms*, 52:159–167.
- Oidtmann, B., Schaefer, N., Cerenius, L., Söderhäll, K., Hoffmann, R. W. 2004. Detection of genomic DNA of the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* in clinical samples by PCR. *Veterinary Microbiology*, 100: 269–282.
- Peay, S. & Rogers, D. 1999. The peristaltic spread of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in the River Wharfe, Yorkshire, England. *Freshwater Crayfish*, 12: 665–676.
- Rajković, M., Simić, V., Petrović, A. 2006. Length-weight gain of European crayfish *Astacus astacus* (L.) in the area of the upper course of the Zeta river, Montenegro. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 58(4): 233–238.
- Royo, F., Andersson, M. G., Bangyeekhun, E., Muzquiz, J. L., Söderhäll, K., Cerenius, L. 2004. Physiological and genetic characterisation of some new *Aphanomyces* strains isolated from freshwater crayfish. *Veterinary Microbiology*, 104: 103–112.
- Sket, B. 1996. *Astacus astacus*. Dostopno na www.iucnredlist.org (5. 10. 2017).

- Sket, B., 2001. Diverziteteta in ogroženost višjih vodnih rakov (Malacostraca Aquatica) v Sloveniji. V: ARSO, 2001: Ekspertne študije za Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji.
- Sket, B. 2003. Oblikuje se današnje živalstvo. V: Živalstvo Slovenije. Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 41–55.
- Sket, B. 2003. Pijavke. V: Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. (ur.): Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije. Str. 150-154.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noël, P. Y., Reynolds, J. D., Haffner, P. (ur.), 2006. Atlas of Crayfish in Europe. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Schulz, R., Schulz, H. K., 2004. Roundtable session 1: Threats to indigenous crayfish populations – Studies on a landscape level. *Bull. Fr. Pêche piscic.*, 372–373: 447–456.
- Smole, J., Gregorc, T., Mohar, P., Hönigsfeld Adamič, M., 2009. Redni monitoring vidre na Goričkem (Regular Otter Monitoring in Goričko). V: TECHNICAL FINAL REPORT LIFE04NAT/SI/000234 Conservation of otter population (*Lutra lutra*) in Goričko – Phase 1, Annex 8. Lutra, Inštitut za ohranjanje naravne dediščine, Ljubljana, 49 str.
- Stenroth, P. & Nyström, P. 2003. Exotic crayfish in a brown water stream: effects on juvenile trout, invertebrates and algae. *Freshwater Biology*, 48(3): 466–475.
- Turley, M. D., Bilotta, G. S., Gasparrini, A., Sera, F., Mathers, K. L., Humphreyes, I., England, J., 2017. The effects of non-native signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on fine sediment and sediment-biomonitoring. *Sci Total Environ*, 601–602: 186–193.
- Usio, N., Konishi, M., Nakano, S., 2001. Species displacement between an introduced and a 'vulnerable' crayfish: the role of aggressive interactions and shelter competition. *Biological Invasions*, 3: 179–185.
- Usio, N., Nakajima, H., Kamiyama, R., Wakana, I., Hiruta, S., Takamura, N., 2006. Predicting the distribution of invasive crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in a Kusiro Moor marsh (Japan) using classification and regression trees. *Ecological Research*, 21(3): 271–277.
- Vaeßen, S. in Hollert, H. 2015. Impacts of the North American signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on European ecosystems. *Environ Sci Eur*, 27:33.
- Veenvliet, P. 2008. Ključ za določanje potočnih rakov. Zavod Symbiosis, Grahovo.
- Veenvliet, P. 2009. Tujerodne vrste, priručnik za naravovarstvenike. Zavod Symbiosis, Grahovo.
- Vorburger, C. & Ribi, G., 1999. Aggression and competition for shelter between a native and introduced crayfish in Europe. *Freshwater Biology*, 42(1): 111–119.

PRILOGA: Rezultati inventarizacije jelševca

Datum nastavljanja/ pobiranja	Lokacija	Vodotok	2007	Spol (M/F)	Dolžina telesa (mm)	Poškodovanost
17.8.2017/ 18.8.2017	Križevsko jezero	Mala Krka	-	-		
17.8.2017/ 18.8.2017	Domanjševci pred mejo	Mala Krka	poz	-		
18.10.2017/ 19.10.2017				M	78,2	bp
18.8.2017/ 19.8.2017	Mačkovci	Mačkovski potok	poz	-		
18.10.2017/ 19.10.2017				-		
18.8.2017/ 19.8.2017	Vaneča	Mačkovski potok	poz	M	88,3	tipalka D krajša, klešče L manjše
				F	86,9	tipalka D manjka, klešče D manjkajo
				F	88,6	bp
				M	93	bp
				M	102,2	bp
				F	82	2. noga D manjka
23.8.2017/ 24.8.2017	Središče	Curek	poz	-		
19.10.2017/ 20.10.2017				-		
23.8.2017/ 24.8.2017	Berkovci	Ratkovski potok	-	-		
23.8.2017/ 24.8.2017	Karpati	Bogojinski potok	poz	-		
19.10.2017/ 20.10.2017				M	70,1	bp
23.8.2017/ 24.8.2017	Andrejci	Andrejski potok	-	-		
24.8.2017/ 25.8.2017	Dolenski potok nad Hodoškim jezerom	Dolenski potok	poz	F	49,7	bp
				F	107,8	klešče D manjkajo
24.8.2017/ 25.8.2017	2. most pod Hodoškim jezerom	Dolenski potok	poz	F	86,3	bp
				F	88,4	bp
				F	84,3	bp
				F	83,5	tipalka D krajša
				F	101,1	bp
				F	84,8	bp
				M	94,1	klešče L manjše
25.8.2017/ 26.8.2017	Kompas	Peskovski potok	poz	-		
25.8.2017/ 26.8.2017	Izliv Peskovskega potoka	Peskovski potok		-		
6.10.2017/ 7.10.2017	Kompas	Peskovski potok		F	81,8	bp
				F	80	bp
				M	78,1	bp
4.9.2017/ 5.9.2017	Čepinci	Velika Krka	neg	-		
4.9.2017/ 5.9.2017	Lenaršičev mlin	Velika Krka	neg	-		

4.9.2017/ 5.9.2017	Most nad OŠ Šalovci	Velika Krka	neg	-		
4.9.2017/ 5.9.2017	OŠ Šalovci	Velika Krka	neg	-		
9.9.2017/ 10.9.2017	Lucova	Adrijanski potok	neg	-		
9.9.2017/ 10.9.2017	Šulinci	Merak	neg	-		
9.9.2017/ 10.9.2017	Ženavlje	Merak	neg	-		
9.9.2017/ 10.9.2017	Borinje	Adrijanski potok	poz	F	87,4	bp
				F	93,5	bp
				F	106,4	bp
				F	78,8	bp
10.9.2017/ 11.9.2017	Čistilna naprava Šalovci	Velika Krka	poz	F	97,6	tipalka D krajša, tipalak L manjka, klešče D manjkajo
				F	83	bp
				M	107,4	bp
10.9.2017/ 11.9.2017	Krplivnik	Velika Krka	poz	-		
19.10.2017/ 20.10.2017				-		
13.9.2017/ 14.9.2017	Gornji Slaveči	Lukaj	neg	-		
13.9.2017/ 14.9.2017	Dolnji Slaveči	Lukaj	neg	-		
13.9.2017/ 14.9.2017	Strukovci1	Ledava	poz	-		
18.10.2017/ 19.10.2017				-		
13.9.2017/ 14.9.2017	Strukovci2	Ledava	neg	-		
14.9.2017/ 15.9.2017	Bodonci	Bodonski potok	neg	-		
14.9.2017/ 15.9.2017	Puževci	Bodonski potok	neg	-		
29.9.2017/ 30.9.2017	Sotina	Ledava	neg	-		
29.9.2017/ 30.9.2017	Večeslavci	Ledava	neg	-		
29.9.2017/ 30.9.2017	ERM Cankova	Ledava	neg	M	98,3	bp
4.10.2017/ 5.10.2017	Odcep za M. Toplice	Kobiljski potok	neg	-		
4.10.2017/ 5.10.2017	Motvarjevci	Kobiljski potok	neg	-		
4.10.2017/ 5.10.2017	Potok pri gramoznicah	Kobiljski potok	neg	-		
4.10.2017/ 5.10.2017	Malo Kobilje	Kobiljski potok	neg	-		
DODATNO						
29.9.2017/ 30.9.2017	Korovci	Kučnica		-		
18.10.2017/ 19.10.2017	Fikšinci	Kučnica		-		
17.8.2017/ 18.8.2017	Center Aqualutra	Mala Krka		M	91,4	bp
				M	104,5	klešče L in 2. noga L manjka, klešče D manjše
				M	113,1	klešče L večje
				F	92,3	5. noga L manjka, luknja v torax L



Legenda

Lokacije vrš (raki)

- Pozitivno
- Negativno
- POZ (2006-2008) / NEG (2017)
- Vidrini lztrebki z ostanki rakov
- SAC Goričko
- Državna meja

